

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-022990

(43)Date of publication of application : 23.01.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/3205

H01L 21/285

H01L 21/285

H01L 21/768

(21)Application number : 06-157198

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 08.07.1994

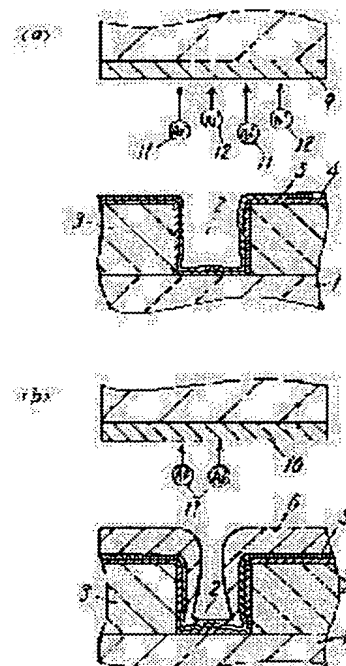
(72)Inventor : KISHIDA TAKENOBU  
NISHIWAKI TORU

## (54) MANUFACTURE OF ALUMINUM ALLOY WIRING LAYER

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve step-difference coverage of an aluminum alloy film in a contact hole.

CONSTITUTION: A titanium film 4 is formed on a contact hole 2 formed in a semiconductor substrate 1, by sputtering a titanium target with argon gas. After the titanium film 4 is formed, a titanium nitride film 5 is formed in a vacuum, by continuously sputtering the titanium target with mixed gas of argon gas and nitrogen gas, without exposing the semiconductor substrate 1 to the air. The semiconductor substrate 1 is once exposed to the air. Again in a vacuum, the semiconductor substrate 1 is so heated that the surface temperature is in the range from 150° C to 250° C. In this state, an aluminum alloy film 6 is formed by sputtering an aluminum alloy target.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-22990

(43) 公開日 平成8年(1996)1月23日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3205				
21/285	S			
	3 0 1 S			
			H 0 1 L 21/ 88	R
			21/ 90	C
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-157198

(22) 出願日 平成6年(1994)7月8日

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 岸田 剛信

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 西脇 徹

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

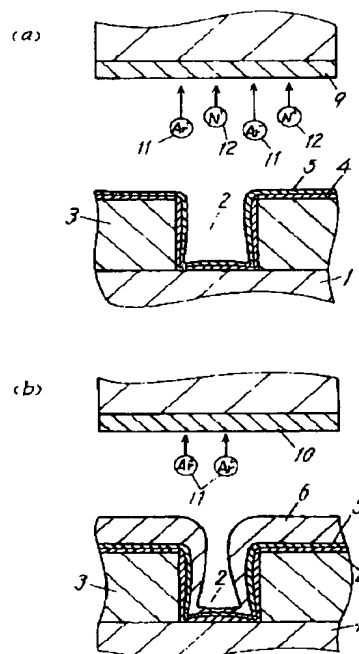
(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 アルミニウム合金配線層の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 コンタクトホール内でのアルミニウム合金膜の段差被覆性を向上させる。

【構成】 半導体基板1に形成したコンタクトホール2上に、チタンターゲットをアルゴンガスでスパッタリングしてチタン膜4を形成する。チタン膜4の形成後、半導体基板1を大気にさらすことなく真空中で連続してチタンターゲットをアルゴンガスと窒素ガスの混合ガスでスパッタリングして窒化チタン膜5を形成する。続いて、半導体基板1をいったん大気にさらし、再び真空中で半導体基板1の表面温度を150℃から250℃の範囲内に加熱保持したままで、アルミニウム合金ターゲットをスパッタリングして、アルミニウム合金膜6を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に設けられたコンタクトホールを覆うようにスパッタリング法によってチタン膜を形成する工程と、前記チタン膜の形成後真空中で連続して窒化チタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、前記窒化チタン膜の形成後半導体基板を大気開放する工程と、前記大気開放後真空中で半導体基板の表面温度を150℃から250℃の範囲内に保持しながらアルミニウム合金膜をスパッタリング法により形成する工程とを有することを特徴とするアルミニウム合金配線層の製造方法。

【請求項2】 半導体基板上に設けられたコンタクトホールを覆うようにスパッタリング法によってチタン膜を形成する工程と、前記チタン膜の形成後真空中で連続して窒化チタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、前記窒化チタン膜の形成後真空中で連続してチタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、前記チタン膜の形成後、真空中で連続してあるいは半導体基板を大気開放した後で、アルミニウム合金膜をスパッタリング法により形成する工程とを有することを特徴とするアルミニウム合金配線層の製造方法。

【請求項3】 半導体基板上に設けられたコンタクトホールを覆うようにスパッタリング法によってチタン膜を形成する工程と、前記チタン膜の形成後真空中で連続して窒化チタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、前記窒化チタン膜の形成後半導体基板を大気開放する工程と、前記大気開放後、アルゴンガスを除く他のガス分圧を $1 \times 10^{-8}$  Torrを越えない値とした高真空度雰囲気中でアルミニウム合金ターゲットをアルゴンガスでスパッタリングしてアルミニウム合金膜を形成する工程とを有することを特徴とするアルミニウム合金配線層の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体基板-配線間を電氣的に接続するために用いるアルミニウム合金配線層の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、半導体装置の微細化、集積化が進む中で、半導体基板と配線間を電氣的に接続するコンタクトホールの径が微細化してきている。そのためコンタクトホール底部ではアルミニウム合金配線層の被覆性が低下し、エレクトロマイグレーション不良やストレスマイグレーション不良などアルミニウム合金配線層の信頼性が低下するという問題がある。

【0003】 以下に、従来のアルミニウム合金配線層の製造方法について図4を用いて説明する。

【0004】 図において、1は半導体基板、2はコンタクトホール、3は層間絶縁膜である。4はチタン膜、5は窒化チタン膜、6はアルミニウム合金膜を示してお

り、これらを合わせて単にアルミニウム合金配線層と呼ぶことにする。

【0005】 まず、図4(a)では半導体基板1に形成したコンタクトホール2上にチタン膜4をスパッタリング法により形成する。そしてチタン膜4の形成後、半導体基板1を大気にさらすことなく真空中で連続して窒化チタン膜5をスパッタリング法により形成する。続いて、図4(b)では、半導体基板1をいったん大気にさらし、再び真空中で半導体基板1を無加熱でアルミニウム合金膜6をスパッタリング法により形成する。この時、スパッタリングに用いるアルミニウム合金ターゲットはその組成がアルミニウム、シリコンの2元素系、もしくはアルミニウム、シリコン、銅の3元素系のものを用いる。また、スパッタリング法によるアルミニウム合金膜6の形成は、アルゴンガス中でアルミニウム合金ターゲットに負のバイアスを印加して行う。このようにして形成したアルミニウム合金配線層のコンタクトホール底部での形状は、図4(b)に示すように段差被覆性が低下するものとなる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の製造方法では、コンタクトホール2底部でのアルミニウム合金配線層の段差被覆性が悪化するため、エレクトロマイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性などの信頼性が低下する。

【0007】 本発明は、上記従来の課題を解決するもので、半導体基板1上に形成されたコンタクトホール2底部において、アルミニウム合金配線層の段差被覆性を向上させることが可能となる。従って、信頼性の高いアルミニウム合金配線層の製造方法を提供する。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法は、半導体基板上に設けられたコンタクトホールを覆うようにスパッタリング法によってチタン膜を形成する工程と、チタン膜の形成後真空中で連続して窒化チタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、窒化チタン膜の形成後半導体基板を大気開放する工程と、大気開放後、真空中で半導体基板の表面温度を150℃から250℃の範囲内に保持しながらアルミニウム合金膜をスパッタリング法により形成する工程とを有している。

【0009】 また、半導体基板上に設けられたコンタクトホールを覆うようにスパッタリング法によってチタン膜を形成する工程と、チタン膜の形成後真空中で連続して窒化チタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、窒化チタン膜の形成後真空中で連続してチタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、チタン膜の形成後、真空中で連続してあるいは半導体基板を大気開放した後で、アルミニウム合金膜をスパッタリング法により形成する工程とを有している。

10

20

30

40

50

【0010】さらに、半導体基板上に設けられたコンタクトホールを覆うようにスパッタリング法によってチタン膜を形成する工程と、チタン膜の形成後真空中で連続して窒化チタン膜をスパッタリング法により形成する工程と、窒化チタン膜の形成後半導体基板を大気開放する工程と、大気開放後、アルゴンガスを除く他のガス分圧を $1 \times 10^{-8}$  Torrを越えない値の高真空雰囲気中でアルミニウム合金ターゲットをアルゴンガスでスパッタリングしてアルミニウム合金膜を形成する工程とを有している。

【0011】

【作用】本発明によれば、半導体基板上に形成されたコンタクトホールの底部において、アルミニウム合金配線層の段差被覆性を向上させることが可能となるため、アルミニウム合金配線層のエレクトロマイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性などの信頼性を向上させることが可能となる。

【0012】

【実施例】以下に、本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0013】図1は、本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法の第1の実施例の工程順断面図である。

【0014】図において、1は半導体基板、2はコンタクトホール、3は層間絶縁膜、4はチタン膜、5は窒化チタン膜、6はアルミニウム合金膜、9はチタンターゲット、10はアルミニウム合金ターゲット、11はアルゴンガス、12は窒素ガスを示している。実施例ではチタン膜4、窒化チタン膜5、およびアルミニウム合金膜6を合わせてアルミニウム合金配線層と呼ぶことにす

る。

【0015】まず、図1(a)では半導体基板1に形成したコンタクトホール2上に、チタンターゲットをアルゴンガスでスパッタリングしてチタン膜4を200Åの厚さに形成する。そしてチタン膜4の形成後、半導体基板1を大気にさらすことなく真空中で連続してチタンターゲットをアルゴンガスと窒素ガスの混合ガスでスパッタリングして窒化チタン膜5を1000Åの厚さに形成する。続いて、図1(b)では、半導体基板1をいったん大気にさらし、再び真空中で半導体基板1の表面温度を150℃から250℃の範囲内に加熱保持したままでアルミニウム合金ターゲットをアルゴンガスでスパッタリングして、アルミニウム合金膜6を10000Åの厚さに形成する。この時、スパッタリングに用いるアルミニウム合金ターゲットはその組成がアルミニウムおよびシリコンの2元素系、もしくはアルミニウム、シリコンおよび銅の3元素系のものを用いる。また、アルミニウム合金ターゲット内のシリコンの含有量は質量比で0.1%から3%のものを用いる。アルミニウムにシリコンを含有させることで得られるアルミニウム合金は純粋な

アルミニウムより融点を低くすることができる。従って、半導体基板の表面温度が150℃から250℃の範囲内においても、半導体基板1上でアルミニウム合金膜6のマイグレーション（移動）が促進され、コンタクトホール2内での段差被覆性が向上する。従って、コンタクトホール2におけるアルミニウム合金配線層のエレクトロマイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性などの信頼性が向上する。

【0016】図2は、本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法の第2の実施例の工程順断面図である。

【0017】図において、1は半導体基板、2はコンタクトホール、3は層間絶縁膜、4はチタン膜、5は窒化チタン膜、6はアルミニウム合金膜、7はチタン膜、9はチタンターゲット、10はアルミニウム合金ターゲット、11はアルゴンガス、12は窒素ガスを示している。実施例2ではチタン膜4、窒化チタン膜5、アルミニウム合金膜6、およびチタン膜7を合わせてアルミニウム合金配線層と呼ぶことにする。

【0018】まず、図2(a)では半導体基板1に形成したコンタクトホール2上にチタンターゲットをアルゴンガスでスパッタリングして、チタン膜4を200Åの厚さに形成する。そしてチタン膜4の形成後、半導体基板1を大気にさらすことなく真空中で連続してチタンターゲットをアルゴンガスと窒素ガスの混合ガスでスパッタリングして、窒化チタン膜5を1000Åの厚さに形成する。さらに窒化チタン膜5の形成後、半導体基板1を大気にさらすことなく真空中で連続して再びチタンターゲットをアルゴンガスでスパッタリングして、チタン膜4を200Åの厚さに形成する。続いて、図2(b)では、半導体基板1をいったん大気にさらし、再び真空中で半導体基板1の表面温度を150℃から250℃の範囲内に加熱保持したままで、アルミニウム合金ターゲットをアルゴンガスでスパッタリングしてアルミニウム合金膜6を10000Åの厚さに形成する。この時、スパッタリングに用いるアルミニウム合金ターゲットはその組成がアルミニウムおよびシリコンの2元素系、もしくはアルミニウム、シリコンおよび銅の3元素系のものを用いる。また、アルミニウム合金ターゲット内のシリコンの含有量は質量比で0%から3%のものを用いる。

本発明では特にアルミニウム合金ターゲットにシリコンを含有させなくても第1の実施例とコンタクトホール2底部での段差被覆性は同等のものが得られる。一方、シリコンを含有させたアルミニウム合金を用いれば、半導体基板を無加熱でも第1の実施例と同程度の段差被覆性が得られる。従って、コンタクトホール2におけるアルミニウム合金配線層のエレクトロマイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性などの信頼性が向上する。

【0019】図3は、本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法の第3の実施例の工程順断面図である。

【0020】図において、1は半導体基板、2はコンタクトホール、3は層間絶縁膜、4はチタン膜、5は窒化チタン膜、6はアルミニウム合金膜、8は不純物ガスあるいは残留ガス、9はチタニターゲット、10はアルミニウム合金ターゲット、11はアルゴンガス、12は窒素ガスである。実施例3では、チタン膜4、窒化チタン膜5、およびアルミニウム合金膜6を合わせてアルミニウム合金配線層と呼ぶことにする。

【0021】まず、図3(a)では半導体基板1に形成したコンタクトホール2上に、チタニターゲットをアルゴンガスでスパッタリングして、チタン膜4を200Åの厚さに形成する。そしてチタン膜4の形成後、半導体基板1を大気にさらすことなく真空中で連続してチタニターゲットをアルゴンガスと窒素ガスの混合ガスでスパッタリングして、窒化チタン膜5を1000Åの厚さに形成する。続いて、図3(b)では、半導体基板1をいったん大気にさらし、再び真空中でアルミニウム合金ターゲットをアルゴンガスでスパッタリングして、アルミニウム合金膜6を10000Åの厚さに形成する。アルミニウム合金膜6形成時にはアルゴンガス中に含まれる不純物ガスあるいは残留ガスの分圧が $1 \times 10^{-8}$  Torr以下となるまでクライオポンプなどにより真空引きしておく。このように不純物ガス圧力を低く抑えることで、半導体基板1上でアルミニウム合金膜6のマイグレーション(移動)が促進され、コンタクトホール2内での段差被覆性が向上する。従って、コンタクトホール2におけるアルミニウム合金配線層の電気マイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性などの信頼性が向上する。

【0022】なお、チタン-窒化チタン-チタンの3層膜を形成した後で、半導体基板1の表面温度を150℃から250℃の範囲内に加熱保持し、さらに不純物ガス圧力を $1 \times 10^{-8}$  Torr以下にした後にアルミニウム合金膜6を形成することで相乗効果が現れ、コンタクトホール2内での段差被覆性が格段に向上する。

【0023】

【発明の効果】以上のようにして、本発明によれば半導体基板上に形成したコンタクトホール内でのアルミニウム合金膜の段差被覆性を向上させることができた。

【0024】まず、第1の実施例では、半導体基板を150℃から250℃までの範囲内の温度に加熱しながらアルミニウム合金膜をスパッタリング法により形成することで、アルミニウム合金のコンタクトホール内でのマ

イグレーション(移動)が活発になり、段差被覆性が向上するため、電気マイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性が向上する。

【0025】第2の実施例では、下地としてチタン-窒化チタン-チタンの3層膜を用いる。この結果、アルミニウム合金膜形成時の下地表面がチタンとなる。アルミニウム合金のマイグレーションは窒化チタン上よりチタン上の方が活発となるため、半導体基板の表面を加熱することなく、コンタクトホール内で優れた段差被覆性を得ることが可能となり電気マイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性が向上する。

【0026】第3の実施例では、アルミニウム合金膜形成時の不純物ガス圧力を低く $1 \times 10^{-8}$  Torr以下に抑えることで、アルミニウム合金膜中に捉えられる不純物の濃度を少なくすることができるため、コンタクトホール内でのアルミニウム合金のマイグレーション(移動)が活発になり、段差被覆性が向上する。さらに、アルミニウム合金膜中の不純物濃度が少なくなることで、アルミニウム合金膜の結晶粒の成長が阻害されないため、電気マイグレーション耐性やストレスマイグレーション耐性がより向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法における第1の実施例の工程順断面図

【図2】本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法における第2の実施例の工程順断面図

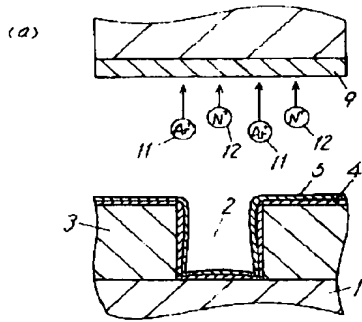
【図3】本発明のアルミニウム合金配線層の製造方法における第3の実施例の工程順断面図

【図4】従来のアルミニウム合金配線層の製造方法の工程順断面図

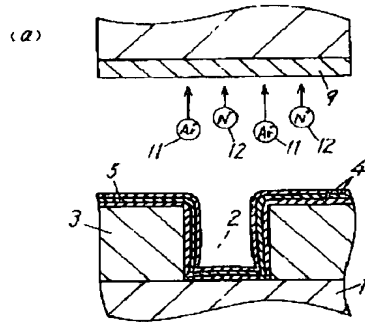
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 コンタクトホール
- 3 層間絶縁膜
- 4 チタン膜
- 5 窒化チタン膜
- 6 アルミニウム合金膜
- 7 チタン膜
- 8 不純物ガスあるいは残留ガス
- 9 チタニターゲット
- 10 アルミニウム合金ターゲット
- 11 アルゴンガス
- 12 窒素ガス

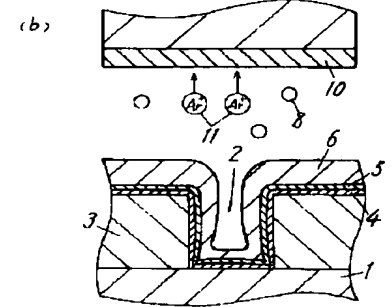
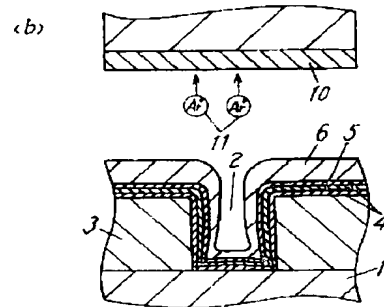
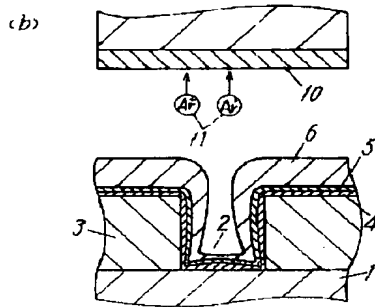
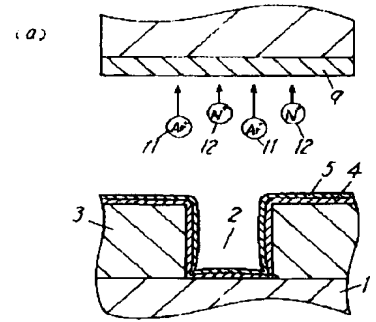
【図1】



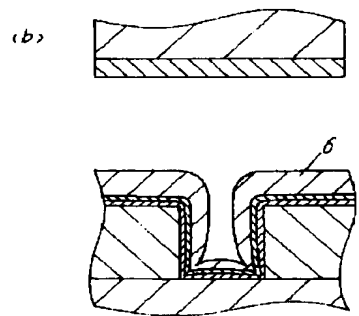
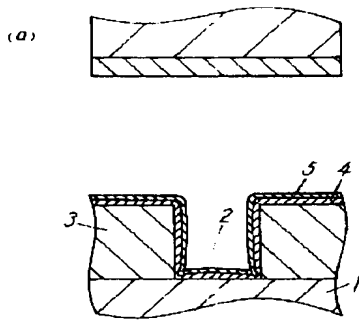
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/768

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所